

数据链路层知识点总结

数据链路层使用的主要两种信道：点对点信道，广播信道，分别使用点对点协议 **PPP** 以及 **CSMA/CD** 协议

一、使用点对点信道的数据链路层

- 1、链路：结点到结点的物理线路，只是一段路径的组成部分（也称物理链路）

数据链路：把实现控制数据传输的通信协议的硬件和软件都加到链路上构成的（也称逻辑链路）

- 2、数据链路层协议的基本传输单元——帧
- 3、数据链路层协议解决的三个基本问题：封装成帧，透明传输，差错控制
- 4、封装成帧 (framing)就是在一段数据的前后分别添加首部和尾部，然后就构成了一个帧。确定帧的界限，也叫帧定界。
- 5、透明传输分成文本文件和非文本文件（图像，程序等）

文本文件不会出现帧定界控制字符，所以就是透明传输

非文本文件要进行字节填充，具体：发送端的数据链路层在数据中出现控制字符

“SOH”或“EOT”的前面插入一个转义字符“ESC”（其十六进制编码是1B）。接收端的数据链路层在将数据送往网络层之前删除插入的转义字符。如果转义字符也出现数据当中，那么应在转义字符前面插入一个转义字符。当接收端收到连续的两个转义字符时，就删除其中前面的一个。

- 6、差错检测：循环冗余检验 CRC，帧检验序列 FCS

CRC 是一种常用的检错方法，而 FCS 是添加在数据后面的冗余码。

FCS 可以用 CRC 这种方法得出，但 CRC 并非用来获得 FCS 的唯一方法。

冗余码位数及除数都是事先选定好的

- 7、可靠传输包括：无比特差错（CRC）和无传输差错（帧编号，确认和重传机制）

要做到“可靠传输”（即发送什么就收到什么）就必须再加上确认和重传机制。

二、PPP协议

- 1、应用：用户使用拨号电话线接入因特网时，一般都是使用 PPP 协议。

- 2、三个组成部分：

一个将 IP 数据报封装到串行链路的方法。

链路控制协议 LCP (Link Control Protocol)。

网络控制协议 NCP (Network Control Protocol)。

- 3、帧格式：开始标志字段 F = 0x7E

地址字段 A 只置为 0xFF。地址字段实际上并不起作用。

控制字段 C 通常置为 0x03。

协议字段：2 个字节

数据字段：不超过 1500 字节

FCS 码字段：2 字节

开始标志字段 F = 0x7E

PPP 是面向字节的，所有的 PPP 帧的长度都是整数字节。

- 4、透明传输问题：

- 1、当 PPP 用在异步传输时，就使用一种特殊的字符填充法。将信息字段中出现的每一个 0x7E 字节转变成为 2 字节序列 (0x7D, 0x5E)。若信息字

段中出现一个 0x7D 的字节，则将其转变成为 2 字节序列 (0x7D, 0x5D)。
若信息字段中出现 ASCII 码的控制字符（即数值小于 0x20 的字符），则
在该字符前面要加入一个 0x7D 字节，同时将该字符的编码加以改变。

2、同步传输时 PPP 协议采用零比特填充方法来实现透明传输。在发送端，
只要发现有 5 个连续 1，则立即填入一个 0。接收端对帧中的比特流进行
扫描。每当发现 5 个连续 1 时，就把这 5 个连续 1 后的一个 0 删除

5、PPP 协议的工作状态

链路静止设备之间无链路

链路建立物理链路

鉴别 LCP 链路

网络层协议已鉴别的 LCP 链路

链路打开已鉴别的 LCP 链路

三、使用广播信道的数据链路层

1、局域网最主要的特点是：网络为一个单位所拥有，且地理范围和站点数目均
有限。

2、局域网的拓扑分类：星形网络，环形网络，总线网络

平常我们所说的以太网就是总线网的一种

3、媒体共享技术：

静态划分信道：频分复用，时分复用，波分复用，码分复用

动态媒体接入控制（多点接入）：随机接入，受控接入（如多点线路探询（polling），
或轮询）

4、IEEE802 委员会就将局域网的数据链路层拆成两个子层：逻辑链路控制 LLC
子层，媒体接入控制 MAC 子层

5、适配器的作用（网卡）：计算机通过适配器和局域网进行通信，ip 地址在计算
机的存储器中，mac 地址在适配器的 ROM 中

6、CSMA/CD（载波监听多点接入/碰撞检测）协议

以太网提供的服务是不可靠的交付，即尽最大努力的交付，多点接入说明是总线
型网络，碰撞检测是检测信号电平

争用期（ 2τ ）以太网取 51.2 μ s 为争用期的长度

二进制指数类型退避算法

最短有效帧长 64 字节，小于 64 字节视为无效帧，为了提高发送效率

要点：准备发送，检测信道，发送过程中不停检测信道，发送成功回到原来状态，
发送失败用二进制指数类型退避算法继续

四、使用广播信道的以太网

1、集线器：集线器很像一个多接口的转发器，工作在物理层。可以对收到的信
号整形放大，扩大传输距离。

使用集线器的以太网在逻辑上仍是一个总线网，各工作站使用的还是
CSMA/CD 协议，并共享逻辑上的总线。

2、以太网的信道利用率：
$$S_{\max} = \frac{T_0}{T_0 + \tau} = \frac{1}{1 + a}, \quad a = \frac{\tau}{T_0}$$

3、名字指出我们要找的资源，地址告诉我们资源在何处，路由告诉我们如何到
达该处

4、MAC 帧的格式：目的地址，6 字节；源地址，6 字节；类型，2 字节；数据，

46-1500 字节，46=64-18；FCS，4 字节

5、无效 mac 帧：数据字段的长度与长度字段的值不一致；帧的长度不是整数个字节；用收到的帧检验序列 FCS 查出有差错；数据字段的长度不在 46 ~ 1500 字节之间，帧间最小间隔为 9.6 μ s

五、扩展的局域网

1、在物理层扩展局域网：主机使用 光纤 和一对光纤调制解调器连接到 集线器

2、在数据链路层扩展局域网： 网桥，网桥依靠转发表来转发帧，转发表也叫转发数据库或路由目录

3、使用网桥带来的缺点：增大时延，无流量控制，用户不多

存储转发增加了时延

在 MAC 子层并没有流量控制功能

具有不同 MAC 子层的网段桥接在一起时时延更大

网桥只适合于用户数不太多（不超过几百个）和通信量不太大的局域网，否则有时还会因传播过多的广播信息而产生网络拥塞。这就是所谓的广播风暴。

4、网桥和集线器（或转发器）不同：集线器在转发帧时，不对传输媒体进行检测；网桥在转发帧之前必须执行 CSMA/CD 算法，若在发送过程中出现碰撞，就必须停止发送和进行退避。

5、透明网桥：‘透明’是指局域网上的站点并不知道所发送的帧将经过哪几个网桥，因为网桥对各站来说是看不见的。网桥的自学习和转发帧透明网桥使用了生成树算法

这是为了避免产生转发的帧在网络中不断地兜圈子

6、多接口网桥——以太网交换机（交换式集线器），以太网交换机实质上就是一个多接口的网桥，可见交换机工作在数据链路层，全双工方式。提高信道容量

7、虚拟局域网 VLAN 是由一些局域网网段构成的与物理位置无关的逻辑组。虚拟局域网其实只是局域网给用户提供服务的一种服务，而并不是一种新型局域网。

虚拟局域网使用的以太网帧格式：虚拟局域网协议允许在以太网的帧格式的目的地址和源地址之间插入一个 4 字节的标识符，称为 VLAN 标记(tag)，用来指明发送该帧的工作站属于哪一个虚拟局域网。因此以太网最长帧长从原来的 1518 字节变为 1522 字节

六、高速以太网（这一章我们不考，所以简单点）

100BASE-T 以太网

吉比特以太网

10 吉比特以太网

100 吉比特以太网

整理者：福州大学张毅